

## Wpływ odroczonego zamknięcia klatki piersiowej na okres pooperacyjny u dzieci z zespołem niedorozwoju lewego serca po zmodyfikowanej operacji Norwooda

Effects of delayed sternal closure for the post-operative period in children with hypoplastic left heart syndrome after a modified Norwood operation



Tomasz Składzień, Jacek Kołcz, Elżbieta Wójcik, Janusz H. Skalski

Klinika Kardiologii Dziecięcej Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Polsko-Amerykański Instytut Pediatrii w Krakowie

Kardiologia i Torakochirurgia Polska 2012; 1: 38–40

### Streszczenie

Odroczone zamknięcie klatki piersiowej (ang. *delayed sternal closure* – DSC) jest procedurą stosowaną z wielu powodów w okresie pooperacyjnym u dzieci z wrodzonymi wadami serca. Obecnie nie ma jednoznacznych wytycznych, czy korzystniejszą strategią postępowania u niemowląt z zespołem niedorozwoju lewego serca (ang. *hypoplastic left heart syndrome* – HLHS) po operacji Norwooda jest pierwotne, czy też odroczone zamknięcie klatki piersiowej. W pracy przeanalizowano przebieg leczenia 88 niemowląt z HLHS po operacji zmodyfikowaną metodą Norwooda.

U 36 dzieci (40,9%), u których zastosowano DSC, wykazano dłuższy czas pobytu na oddziale intensywnej terapii (średnio  $36,58 \pm 34,8$  dni) oraz łączny czas pobytu w szpitalu (średnio  $63,58 \pm 47,9$  dni) w porównaniu z pacjentami z pierwotnym zamknięciem klatki piersiowej (odpowiednio  $22,83 \pm 49,7$  dni oraz  $49,13 \pm 60,8$  dni). U pacjentów z DSC znacznie dłuższy był czas wentylacji mechanicznej niż u pacjentów z pierwotnym zamknięciem klatki piersiowej ( $453,85 \pm 372$  godz. vs  $142,14 \pm 109,5$  godz.,  $p < 0,01$ ). Czas krążenia pozaustrojowego (ang. *extracorporeal circulation* – ECC) był istotnie dłuższy u dzieci z DSC w porównaniu z dziećmi z pierwotnym zamknięciem klatki piersiowej ( $106,92 \pm 43$  min vs  $76,73 \pm 18,2$  min,  $p < 0,01$ ). Odroczone zamknięcie klatki piersiowej nie powinno być rutynowym postępowaniem pooperacyjnym u pacjentów z HLHS po operacji Norwooda, ponieważ wydłuża czas hospitalizacji, sprzyja powikłaniom infekcyjnym rany pooperacyjnej, a także ma wpływ na wzrost kosztów leczenia pacjentów.

**Słowa kluczowe:** odroczone zamknięcie klatki piersiowej, kardiologia dziecięca, zespół niedorozwoju lewego serca.

### Abstract

Delayed sternal closure is a procedure used following pediatric cardiopulmonary bypass surgery for many reasons. There is a debate whether primary or delayed sternal closure is the best strategy following the Norwood procedure for hypoplastic left heart syndrome.

We reviewed 88 patients with hypoplastic left heart syndrome after stage 1 Norwood procedure at the Department of Pediatric Cardiac Surgery, Polish-American Institute of Pediatrics, Jagiellonian University in Cracow.

Delayed sternal closure was employed in 36 of 88 patients (40.9%). Children with delayed sternal closure showed a longer average duration of stay in the ICU ( $36.58 \pm 34.8$  days) and total hospitalization ( $63.58 \pm 47.9$  days) as compared to children with primary sternal closure ( $22.83$  and  $49.13 \pm 49.7 \pm 60.8$  days, respectively). We also observed a significantly longer mean time of mechanical ventilation in the postoperative period ( $453.85 \pm 72$  hours) in patients in whom delayed sternal closure was used as opposed to the second group ( $142.14 \pm 109.5$  hours). There was noted a statistically significant relationship between the length of time of cardiopulmonary bypass (the average in the group with delayed sternal closure was  $06.92 \pm 43$  min, and in the group with primary sternal closure  $76.73 \pm 18.2$  min).

Delayed sternal closure should not be used as a routine postoperative procedure because it is associated with medical complications, such as wound infections, as well as increased costs of treatment.

**Key words:** delayed sternal closure, pediatric cardiosurgery, hypoplastic left heart syndrome.

## Wstęp

Odroczone zamknięcie klatki piersiowej (ang. *delayed sternal closure* – DSC) jest procedurą stosowaną w okresie pooperacyjnym u dzieci z wrodzonymi wadami serca [1–3]. Pomimo że DSC jest zarówno związane z większą liczbą zakażeń w okresie pooperacyjnym, jak i wydłuża czas pobytu w szpitalu [4–8], opisywane są liczne korzyści wynikające z jego zastosowania [1, 2, 9, 10], m.in. poprawa funkcji serca i płuc w bezpośrednim okresie pooperacyjnym poprzez zmniejszenie ciasnoty w klatce piersiowej, co pozytywnie oddziałuje na napętnianie komory, rzut serca i przyływ krwi przez naczynia krążenia płucnego [11]. Wskazania do DSC u dzieci, podobne jak u dorosłych, to: obrzęk, depresja funkcji serca, trudne do opanowania krwawienie pooperacyjne, arytmia oraz wymagany dostęp do pozaustrojowego utlenowania krwi [8, 10, 12]. Zasadniczo DSC stosowane jest w celu przeciwdziałania niestabilności hemodynamicznej pacjenta po zamknięciu klatki piersiowej, ale również bywa stosowane rutynowo z powodu preferencji operatora lub ośrodka. Najczęściej opisywanym negatywnym aspektem DSC jest infekcja rany pooperacyjnej, co wydłuża czas hospitalizacji, zwiększa śmiertelność, a także przyczynia się do zwiększenia kosztów opieki zdrowotnej [4–7]. Ostateczne efekty wynikające z zastosowania DSC są niejasne, a Wernovsky i wsp. wskazują na istotne różnice w wykorzystaniu DSC po operacjach metodą Norwooda [3].

## Cel pracy

Ocena wpływu DSC u dzieci z zespołem niedorozwoju lewego serca (ang. *hypoplastic left heart syndrome* – HLHS) po pierwszym etapie leczenia kardiologicznego zmodyfikowaną metodą Norwooda na przebieg okresu pooperacyjnego i rokowanie w tej grupie pacjentów.

## Materiał i metody

Analizie prospektywnej poddano dzieci z HLHS leczone zmodyfikowaną metodą Norwooda w Klinice Kardiologii

gii Dziecięcej Polsko-Amerykańskiego Instytutu Pediatrii w Krakowie w latach 2007–2010. Grupę badaną stanowiło 88 dzieci operowanych w wieku noworodkowym, średnio w 17. dobie życia.

Dane dotyczące przebiegu ciąży i okresu okołoporodowego uzyskano z analizy dokumentacji medycznej. Wśród ocenianych czynników okresu okołoporodowego nie stwierdzono istotnych różnic w badanych podgrupach dzieci z pierwotnym i odroczonym zamknięciem klatki piersiowej (tab. I).

Wszystkie operacje zostały przeprowadzone metodą Norwooda w modyfikacji Sano w głębokiej hipotermii i z zatrzymaniem krążenia pozaustrojowego (ang. *extracorporeal circulation* – ECC). U wszystkich dzieci w okresie okołoporodowym stosowano profilaktyczną antybiotykoterapię. Proces gojenia rany obserwowano codziennie, odnotowując wszelkie nieprawidłowości.

Pośród wszystkich 88 operowanych pacjentów u 10 (11,4%) w okresie pooperacyjnym zastosowano pozaustrojowe utlenowanie krwi (ang. *extracorporeal membrane oxygenation* – ECMO). Pacjenci ci zostali wyłączeni z grupy badanej.

Analizę statystyczną przeprowadzono w oparciu o test Manna-Whineya z zastosowaniem programu Statistica 8.0. Za istotną statystycznie uznano wartość  $p < 0,05$ .

## Wyniki

Wśród 88 noworodków z HLHS po operacji zmodyfikowaną metodą Norwooda u 36 (40,9%) dzieci w okresie pooperacyjnym zastosowano DSC. Czas utrzymania otwartej klatki piersiowej wynosił średnio  $3,56 \pm 1,21$  dni.

Wyniki badań przedstawione zostały w tabeli II.

U dzieci z DSC wykazano dłuższy średni czas pobytu na oddziale intensywnej terapii ( $36,58 \pm 34,8$  dni) oraz czas całkowitej hospitalizacji ( $63,58 \pm 47,9$  dni) niż u dzieci z pier-

**Tab. I.** Charakterystyka dzieci z zespołem niedorozwoju lewego serca z podziałem na podgrupę z pierwotnie zamkniętą i otwartą klatką piersiową. Grupa I – dzieci z zamkniętą klatką piersiową na bloku operacyjnym. Grupa II – dzieci z odroczonym zamknięciem mostka w okresie pooperacyjnym

	Grupa I (n = 52) n (%)	Grupa II (n = 26) n (%)
wiek dziecka w dniu operacji (doba życia)	17,57 $\pm$ 8,08	16,48 $\pm$ 7,58
płeć żeńska/męska	8 (15,4%)/44 (84,6%)	10 (38,5%)/16 (61,5%)
poród o czasie (38.–41. tydzień ciąży)	44 (84,6%)	22 (84,6%)
masa urodzeniowa < 2500 g	6 (11,5%)	2 (7,7%)
Apgar 8–10 pkt (5. min)	50 (96,2%)	23 (88,5%)
Apgar 7 pkt (5. min)	2 (3,8%)	2 (7,7%)
Apgar 3 pkt (5. min)	0	1 (3,8%)

**Tab. II.** Wyniki poszczególnych badanych parametrów w podziale na grupy. Grupa I – dzieci z pierwotnie zamkniętą klatką piersiową. Grupa II – dzieci z odroczonym zamknięciem mostka w okresie pooperacyjnym

	Grupa I (n = 52) mediana ( $\pm$ SD)/n (%)	Grupa II (n = 26) mediana ( $\pm$ SD)/n (%)	p
czas ECC (min)	76,73 ( $\pm$ 18,2)	106,92 ( $\pm$ 43)	< 0,01
czas zatrzymania ECC (min)	44,23 ( $\pm$ 14,8)	46,73 ( $\pm$ 13,7)	0,39
czas intubacji (godz.)	142,14 ( $\pm$ 109,5)	453,85 ( $\pm$ 372)	< 0,01
pobyt na OIT (dni)	22,83 ( $\pm$ 49,7)	36,58 ( $\pm$ 34,8)	< 0,01
pobyt w szpitalu (dni)	49,13 ( $\pm$ 60,8)	63,58 ( $\pm$ 47,9)	< 0,01
zakażenia uogólnione (n/n%)	14 (26,9%)	11 (42,3%)	0,27
infekcje miejscowe rany pooperacyjnej (n/n%)	6 (11,5%)	8 (30,7%)	< 0,04
zgony (n/n%)	5 (9,6%)	3 (11,5%)	

ECC – krążenie pozaustrojowe (ang. *extracorporeal circulation*); OIT – oddział intensywnej terapii, SD – odchylenie standardowe (ang. *standard deviation*).

wotnie zamkniętą klatką piersiową na bloku operacyjnym (odpowiednio  $22,83 \pm 49,7$  oraz  $49,13 \pm 60,8$  dni). Obserwowano również istotnie dłuższy średni czas respiratoroterapii ( $453,85 \pm 372$  godz.) u pacjentów z DSC w okresie pooperacyjnym niż w grupie dzieci z pierwotnym zamknięciem klatki piersiowej ( $142,14 \pm 109,5$  godz.).

U pacjentów z DSC infekcja rany pooperacyjnej wystąpiła w 30,7% przypadków, co stanowiło istotną różnicę w porównaniu z 11,5% w grupie z pierwotnie zamkniętą klatką piersiową. Natomiast infekcja uogólniona występowała częściej, ale bez odnotowanej istotności statystycznej, u pacjentów z DSC.

Czas ECC był istotnie dłuższy u dzieci z DSC niż w grupie bez DSC ( $106,92 \pm 43$  min vs bez DSC  $76,73 \pm 8,2$  min,  $p < 0,01$ ). Natomiast czas zatrzymania ECC w głębokiej hipotermii był porównywalny w obu badanych grupach (DSC  $46,73 \pm 13,7$  min vs grupa bez DSC  $44,23 \pm 14,8$  min).

Wykazano ponadto, że pacjenci z DSC częściej wymagają stosowania żywienia pozajelitowego niż dzieci w grupie bez DSC ( $n = 18$ , tj. 69,2% pacjentów vs  $n = 15$ , tj. 28,8% pacjentów;  $p < 0,01$ ).

## Dyskusja

Od wielu lat toczy się dyskusja na temat optymalnego czasu zamknięcia klatki piersiowej u dzieci po operacjach kardiochirurgicznych, a szczególną grupą pacjentów są noworodki z HLHS po operacji metodą Norwooda. Choć istnieje hipoteza, że DSC może pozytywnie oddziaływać na stabilność hemodynamiczną oraz oddechową w okresie pooperacyjnym, wyniki różnych badań pozostają niejednoznaczne. Cały czas podejmowane są próby ustalenia optymalnego leczenia tych pacjentów we wczesnym okresie pooperacyjnym. Istnieje również przekonanie o korzystnym wpływie DSC w przypadku zwiększonego krwawienia pooperacyjnego jako metodzie mogącej zapobiec skutkom ewentualnej tamponady serca.

Częstość występowania infekcji uogólnionych po zabiegach kardiochirurgicznych jest różna zależnie od stopnia rozległości operacji [6], natomiast wpływ DSC na rozwój infekcji uogólnionej pozostaje niepewny. Niektórzy autorzy podają, że stosowanie DSC nie ma istotnego wpływu na wystąpienie infekcji rany pooperacyjnej [8, 9], podczas gdy inni uznają DSC jako ważny potencjalny czynnik ryzyka zakażenia rany [4] bądź też wystąpienia infekcji uogólnionej [2, 6, 7, 13].

W badanym materiale pacjentów stwierdzono istotnie większą liczbę zakażeń rany pooperacyjnej u dzieci z DSC w porównaniu z grupą dzieci z pierwotnie zamkniętą klatką piersiową. Najczęściej w zakażonej ranie pooperacyjnej jako przyczynę infekcji identyfikowano *Staphylococcus epidermidis*.

Das i wsp. [13] wymieniają DSC jako jeden z czynników ryzyka wystąpienia infekcji uogólnionej u dzieci z HLHS. W badanej grupie nie wykazano istotnej statystycznie różnicy w liczbie zakażeń uogólnionych między pacjentami z pierwotnie zamkniętą klatką piersiową a pacjentami z DSC w okresie pooperacyjnym, chociaż u tych drugich infekcje uogólnione występowały jednak częściej.

Na podstawie danych z piśmiennictwa [14, 15] stwierdza się, że dłuższy czas ECC podczas operacji wpływa na częstsze zastosowanie DSC. Podobne wyniki uzyskano w opisywanym badaniu, a mianowicie u pacjentów z DSC średni czas ECC był dłuższy o ok. 25 min w porównaniu z pacjentami bez DSC.

Johnson i wsp. [2] nie stwierdzili istotnej różnicy w śmiertelności szpitalnej między grupą dzieci leczonych z DSC a grupą dzieci z zamkniętą klatką piersiową, ale wykazali większe ryzyko zakażenia pooperacyjnego i dłuższy czas hospitalizacji dzieci z DSC. W badanej grupie pacjentów uzyskano podobne wyniki dotyczące czasu pobytu w szpitalu: w grupie dzieci z DSC średni czas pobytu na oddziale intensywnej terapii i w szpitalu był dłuższy o ok. 14 dni niż dzieci bez DSC. Stwierdzono także, że dzieci z DSC wymagają dłuższej respiratoroterapii o ok. 150 godzin oraz częściej wymagają żywienia pozajelitowego.

Obie grupy pacjentów – z DSC w okresie pooperacyjnym oraz z zamkniętą klatką piersiową na bloku operacyjnym – różniły warunki hemodynamiczne, a także stan hemostazy po operacji, które warunkowały metodę postępowania. Czynniki te wpływały również na liczbę i czas utrzymywania cewników donaczyniowych i drenów, co zwiększało ryzyko infekcji. Wszystkie te czynniki miały bezpośredni wpływ na wyniki opisywanych badań.

Podsumowując, DSC u dzieci z HLHS po operacji zmodyfikowaną metodą Norwooda niesie ze sobą ryzyko powikłań medycznych, jak również zwiększa koszty leczenia pacjentów.

## Wnioski

Odroczone zamknięcie klatki piersiowej u niemowląt z HLHS po pierwszym etapie leczenia kardiochirurgicznego zmodyfikowaną metodą Norwooda nie powinno być rutynowym postępowaniem pooperacyjnym, ponieważ skutkuje:

- przedłużonym pobytem na oddziale intensywnej terapii oraz łącznym czasem hospitalizacji;
- przedłużonym czasem respiratoroterapii;
- częstszymi infekcjami rany pooperacyjnej;
- koniecznością częstszego stosowania żywienia pozajelitowego.

## Piśmiennictwo

1. Jögi P, Werner O. Hemodynamic effects of sternum closure after open-heart surgery in infants and children. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 19: 217-220.
2. Johnson JN, Jagers J, Li S, O'Brien SM, Li JS, Jacobs JP, Jacobs ML, Welke KF, Peterson ED, Pasquali SK. Center variation and outcomes associated with delayed sternal closure after stage 1 palliation for hypoplastic left heart syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139: 1205-1210.
3. Wernovsky G, Ghanayem N, Ohye RG, Bacha EA, Jacobs JP, Gaynor JW, Tabbutt S. Hypoplastic left heart syndrome: consensus and controversies in 2007. *Cardiol Young* 2007; 17 (Suppl 2): 75-86.
4. Mehta PA, Cunningham CK, Colella CB, Alferis G, Weiner LB. Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients. *Pediatr Infect Dis J* 2000; 19: 1000-1004.
5. Pollock EM, Ford-Jones EL, Rebeyka I, Mindorff CM, Bohn DJ, Edmonds JF, Lightfoot NE, Coles J, Williams WG, Trusler GA. Early nosocomial infections in pediatric cardiovascular surgery patients. *Crit Care Med* 1990; 18: 378-384.

6. Abou Elella R, Najm HK, Balkhy H, Bullard L, Kabbani MS. Impact of bloodstream infection on the outcome of children undergoing cardiac surgery. *Pediatr Cardiol* 2010; 31: 483-489.
7. Levy I, Ovadia B, Erez E, Rinat S, Ashkenazi S, Birk E, Konisberger H, Vidne B, Dagan O. Nosocomial infections after cardiac surgery in infants and children: incidence and risk factors. *J Hosp Infect* 2003; 53: 111-116.
8. Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Uhlemann F, Lange PE, Hetzer R. Prolonged open sternotomy after pediatric open heart operation: experience with 113 patients. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 379-383.
9. McElhinney DB, Reddy VM, Parry AJ, Johnson L, Fineman JR, Hanley FL. Management and outcomes of delayed sternal closure after cardiac surgery in neonates and infants. *Crit Care Med* 2000; 28: 1180-1184.
10. Boeken U, Assmann A, Mehdiani A, Akhyari P, Lichtenberg A. Open chest management after cardiac operations: outcome and timing of delayed sternal closure. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 40: 1146-1150.
11. Brown KL, Ridout DA, Goldman AP, Hoskote A, Penny DJ. Risk factors for long intensive care unit stay after cardiopulmonary bypass in children. *Crit Care Med* 2003; 31: 28-33.
12. Boeken U, Feindt P, Schurr P, Assmann A, Akhyari P, Lichtenberg A. Delayed sternal closure (DSC) after cardiac surgery: outcome and prognostic markers. *J Card Surg* 2011; 26: 22-27.
13. Das S, Rubio A, Simsic JM, Kirshbom PM, Kogon B, Kanter KR, Maher K. Bloodstream infections increased after delayed sternal closure: cause or coincidence. *Ann Thorac Surg* 2011; 91: 793-797.
14. Stiller B, Sonntag J, Dähnert I, Alexi-Meskishvili V, Hetzer R, Fischer T, Lange PE. Capillary leak syndrome in children who undergo cardiopulmonary bypass: clinical outcome in comparison with complement activation and C1 inhibitor. *Intensive Care Med* 2001; 27: 193-200.
15. Samir K, Riberi A, Ghez O, Ali M, Metras D, Kreitmam B. Delayed sternal closure: a life-saving measure in neonatal open heart surgery; could it be predictable? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 787-793.